

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



AUSLEGESCHRIFT 1 105 525

S 66456 VIII c/21g

ANMELDETAG: 29. DEZEMBER 1959

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 27. APRIL 1961

1

Halbleiterelemente mit pn-Übergangsschichten in einkristallinen Halbleiterkörpern, z. B. aus Germanium oder Silizium, müssen wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Verunreinigungen in ein evakuiertes oder mit einem Schutzgas gefülltes Gehäuse eingeschlossen werden. Es ist üblich, das einschließlich seiner Elektroden fertiggestellte Halbleiterelement durch Weichlötung flächhaft mit einer Wand des Gehäuses, z. B. dessen Boden, zu verbinden. Da das Gehäuse die Verlustwärme des Halbleiterelementes ableiten muß, wird es üblicherweise aus Kupfer mit entsprechend großen Wanddicken gefertigt, während die aufgelötete Elektrodenplatte des Halbleiterelementes im allgemeinen aus einem Material mit niedrigem thermischem Ausdehnungskoeffizienten besteht, beispielsweise Molybdän oder Wolfram.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleiteranordnung, bei der eine Elektrodenplatte eines Halbleiterelementes durch Weichlötung flächhaft mit einem metallischen Bauteil verbunden ist, das einen anderen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat als die angrenzende Elektrodenplatte. Sie besteht darin, daß das genannte Bauteil mit einer weich angelöteten Auflage versehen ist, mit der das Halbleiterelement durch Weichlötung verbunden ist, und daß der thermische Ausdehnungskoeffizient der Auflage derart zwischen denen des Bauteils und der Elektrodenplatte liegt, daß die in den Weichlotschichten bei Temperaturänderungen auftretenden mechanischen Spannungen wesentlich vermindert sind. Bei der vorliegenden Anordnung wird also erreicht, daß die Weichlotschichten an Bauteile grenzen, deren Ausdehnungskoeffizienten eine wesentlich geringere Differenz aufweisen als die Ausdehnungskoeffizienten des metallischen Bauteils, beispielsweise des kupfernen Gehäusebodens, und der angrenzenden Elektrodenplatte des Halbleiterelementes. Die inneren Spannungen, die bei Temperaturänderungen in den Weichlotschichten auftreten, sind daher wesentlich vermindert. Dadurch wird die Dauerfestigkeit der Weichlotschichten und damit die Lebensdauer der gesamten Anordnung erheblich erhöht. Die vorliegende Anordnung hat in erster Linie Bedeutung für solche Halbleiteranordnungen, die durch häufiges Ein- und Ausschalten der Belastung thermisch besonders stark beansprucht werden, beispielsweise für Fahrzeug- oder Schweißgleichrichter. Man kann die Beanspruchung der Weichlotschichten bei Temperaturänderungen noch dadurch weiter herabsetzen, daß man das metallische Bauteil, beispielsweise den Gehäuseboden, mit mehreren weich übereinandergelöteten Auflagen versieht, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten abgestuft zwischen denen des Bauteils und dem der Elektrodenplatte liegen.

Bei einem Silizium-Gleichrichter der oben geschilderten Bauweise beträgt der Ausdehnungskoeffizient des Gehäusekupfers $\alpha = 16,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$, der der Elektroden-

Halbleiteranordnung

Anmelder:

Siemens-Schuckertwerke
Aktiengesellschaft,
Berlin und Erlangen,
Erlangen, Werner-von-Siemens-Str. 50

Ditwalt Bremeier, Berlin-Zehlendorf,
und Dipl.-Ing. Erich Waldekötter, Berlin-Siemensstadt,
sind als Erfinder genannt worden

2

platte aus Molybdän oder Wolfram $\alpha = 5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$. Als Material für die Auflagen mit Zwischenwerten des thermischen Ausdehnungskoeffizienten kommen insbesondere Chrom (Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 8,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$), Platin ($\alpha = 8,9 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$), Palladium ($\alpha = 10,6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) und Gold ($\alpha = 14,2 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) in Frage. Man kann zu dem gleichen Zweck auch Platten aus Eisen-Nickel-Legierungen verwenden. Der thermische Ausdehnungskoeffizient derartiger Legierungen läßt sich durch ihre Zusammensetzung in weiten Grenzen verändern bzw. einstellen. Auch reines Eisen ($\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) und reines Nickel ($\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) kommen in Frage. Eisen, Nickel und ihre Legierungen haben jedoch insofern einen gewissen Nachteil, als sie wegen ihres Ferromagnetismus erhöhte Wirbelstromverluste aufweisen. Bei Plattendicken bis zu etwa 1 mm ist dieser Effekt jedoch unbedeutend.

Die vorliegende Anordnung ist in erster Linie für die Verbindung eines pn-Halbleiterelementes mit dem Boden seines Gehäuses von Bedeutung; man kann sie jedoch auch mit den gleichen Vorteilen für die Verbindung einer flexiblen Stromzuleitung mit einer Elektrode eines solchen Elementes verwenden.

Die Erfindung sei an Hand der Fig. 1 und 2 erläutert. In Fig. 1 ist mit 1 ein Silizium-pn-Gleichrichter üblichen Aufbaus dargestellt, wobei die Dickenmaße der einzelnen Schichten zur Verdeutlichung übertrieben sind. Mit 2 ist eine einkristalline Siliziumplatte bezeichnet, die in bekannter Weise zur Herstellung eines gleichrichtenden pn-Überganges dotiert ist. An der Unterseite der Siliziumplatte 2 befinden sich eine dünne Aluminiumschicht 3 und eine relativ dicke Molybdänplatte 4, die zur Verbesserung der Lötbarkeit noch mit einer Eisen-Nickel-Legierung 5 plattiert sein kann. Auf der Oberseite der Siliziumplatte 2

liegen eine Goldschicht 6 und eine Molybdänplatte 7, die ebenfalls mit einer Eisen-Nickel-Plattierung 8 versehen sein kann. Die relativ dicken Molybdänplatten 4 und 7 haben etwa den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten ($\alpha = 5,1 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) wie die Siliziumplatte 2 ($\alpha \approx 5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$); das gesamte Element 1 verhält sich daher bei Temperaturänderungen etwa wie ein einheitlicher Körper, da die dünnen Zwischenschichten 3 und 6 aus Aluminium bzw. Gold keine wesentlichen Spannungen erzeugen. Für die Elektrodenplatten 4 und 7 kann auch Wolfram ($\alpha = 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) verwendet werden.

In Fig. 2 sind die wesentlichen Teile der gesamten Halbleiteranordnung vor dem Zusammenbau dargestellt. Das Gleichrichterelement ist wieder mit 1 bezeichnet. Das Gehäuse des Elementes ist als dickwandiger Becher 10 aus Kupfer ($\alpha = 16,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) ausgebildet. Beim Zusammenbau der Anordnung ist das Element 1 auf den Boden 12 des Bechers 10 aufzulöten; ferner ist seine obere Elektrodenplatte 7-8 mit dem kupfernen Schuh 14 einer flexiblen Stromzuleitung 13 zu verlöten. Da das Halbleiterelement 1 keine sehr hohen Temperaturen verträgt, wird eine Weichlötung verwendet, die sich bei Temperaturen um 200°C durchführen läßt.

Bei der vorliegenden Anordnung wird zwischen dem Gleichrichterelement 1 und dem Boden 12 des Gehäuses 10 mindestens eine Zwischenplatte vorgesehen, deren Ausdehnungskoeffizient zwischen dem von Kupfer ($\alpha = 16,5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) und dem von Molybdän ($\alpha = 5,1 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) liegt. Hierfür ist beispielsweise eine Palladiumplatte geeignet, die einen Ausdehnungskoeffizienten von $\alpha = 10,6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$ aufweist. Im Ausführungsbeispiel sind zwei Zwischenplatten 20 und 21 vorgesehen, die entsprechend dem Grundgedanken der Erfindung Ausdehnungskoeffizienten in der Nähe von 9 bzw. $13 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$ aufweisen. Hierfür sind beispielsweise Platin ($\alpha = 8,9 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) bzw. Gold ($\alpha = 14,2 \cdot 10^{-6} \cdot \text{grad}^{-1}$) geeignet. Statt der genannten Materialien kann man auch Eisen-Nickel-Legierungen verwenden, deren Zusammensetzung so gewählt ist, daß sie etwa die genannten Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

Bei der fertigen Anordnung, die in Fig. 1 in vergrößertem Maßstab dargestellt ist, befinden sich also zwischen dem Element 1 und dem Gehäuse 10 drei Weichlotschichten, von denen jede nur zu einem Drittel die Spannungen aufzunehmen hat, die bei Temperaturänderungen infolge der größeren Ausdehnung des Kupfers zwischen der Platte 4 und dem Gehäuse 10 entstehen.

In entsprechender Weise kann auch der Schuh 14 mit zwei Auflagen 22 und 23 versehen werden, die entsprechende Ausdehnungskoeffizienten wie die Platten 20 bzw. 21 besitzen.

Der weitere Zusammenbau der Halbleiteranordnung geschieht dann in an sich bekannter Weise derart, daß die Kupfermanschette 16 der flexiblen Zuleitung 13 durch eine nicht dargestellte Metall-Glas-Verschmelzung mit dem oberen Rand des Behälters 10 verbunden wird. Der Innenraum des Gehäuses wird dann evakuiert und abgeschlossen.

Die Auflagen 20, 21, 22 und 23 sollen, da sie die thermischen Dehnungskräfte nicht von einer Weichlotschicht

auf die nächste übertragen sollen, nicht zu dünn sein; andererseits ist auch eine zu große Dicke der Auflagen nicht erwünscht, da sie den Wärmeableitweg zwischen dem Halbleiterelement und dem Gehäuse verlängern. Für einen Durchmesser des Gleichrichterelementes 1 von etwa 20 mm empfiehlt sich eine Gesamtdicke der Auflagen 20 und 21 bzw. 22 und 23, die etwa zwischen 0,5 und 3 mm liegt.

Die Erfindung wurde an Hand des Aufbaus einer Silizium-Gleichrichteranordnung erläutert. Sie ist jedoch auch bei Halbleiteranordnungen anderer Art, beispielsweise Leistungs-Transistoren und anderen mehrschichtigen Halbleiterdioden oder -trioden, anwendbar.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Halbleiteranordnung, bei der eine Elektrodenplatte eines Halbleiterelementes durch Weichlötung flächenhaft mit einem metallischen Bauteil verbunden ist, das einen anderen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat als die angrenzende Elektrodenplatte, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Bauteil mit einer weich angelöteten Auflage versehen ist, mit der das Halbleiterelement durch Weichlötung verbunden ist, und daß der thermische Ausdehnungskoeffizient der Auflage derart zwischen denen des Bauteils und der Elektrodenplatte liegt, daß die in den Weichlotschichten bei Temperaturänderungen auftretenden mechanischen Spannungen wesentlich vermindert sind.

2. Halbleiteranordnung, bei der eine Elektrodenplatte eines Halbleiterelementes durch Weichlötung flächenhaft mit einem metallischen Bauteil verbunden ist, das einen anderen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat als die angrenzende Elektrodenplatte, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Bauteil mit mehreren weich übereinander gelöteten Auflagen versehen ist, mit deren oberster das Halbleiterelement ebenfalls durch Weichlötung verbunden ist, und daß die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Auflagen derart abgestuft zwischen denen des Bauteils und der Elektrodenplatte liegen, daß die in den Weichlotschichten bei Temperaturänderungen auftretenden mechanischen Spannungen wesentlich vermindert sind.

3. Halbleiteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auflage eine Platte aus Chrom, Platin, Palladium, Gold, Eisen oder Nickel verwendet ist.

4. Halbleiteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Auflage eine Platte aus einer Eisen-Nickel-Legierung geeigneter Zusammensetzung verwendet ist.

5. Halbleiteranordnung, bei der die Verbindung zwischen der Elektrodenplatte eines einkristallinen pn-Halbleiterelementes mit dem Boden seines Gehäuses gemäß Anspruch 1 oder 2 ausgebildet ist.

6. Halbleiteranordnung, bei der die Verbindung einer Elektrodenplatte eines einkristallinen pn-Halbleiterelementes mit einer flexiblen Stromzuleitung gemäß Anspruch 1 oder 2 ausgebildet ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

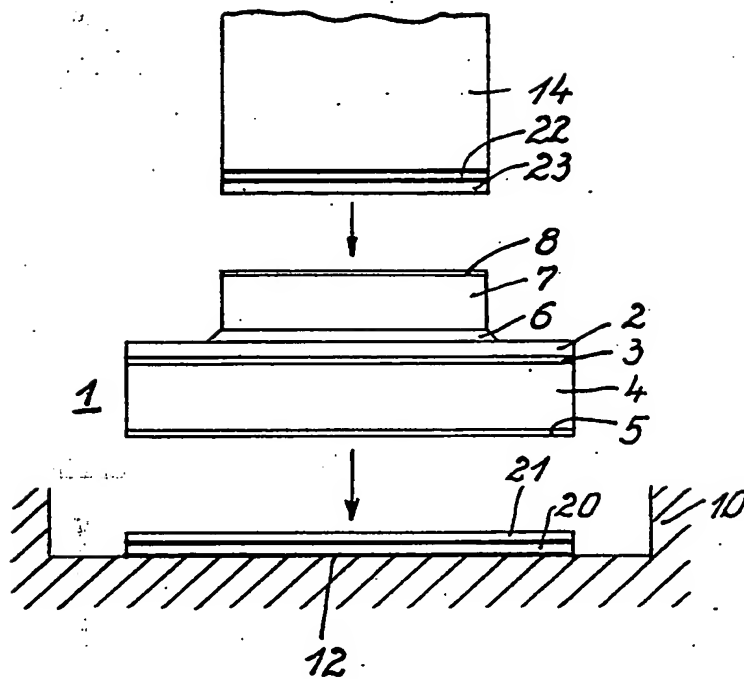


Fig. 2

